№ 12. Warszawa, 25 grudnia 1933 r. Rok XI.

TECHNIKA CIEPLNA

CZASOPISMO STOWARZYSZENIA DOZORU KOTŁÓW W WARSZAWIE

OFICJALNY ORGAN POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACYJNEGO DLA SPRAW KOTŁOWYCH

REDAKTOR: Inż. techn. JAN KOMARNICKI.

Wydawca: Stowarzyszenie Dozoru Kotłów w Warszawie.

REDAKCJA I ADMINISTRACJA: WARSZAWA, PIUSA XI 32, m. 12. TEL. 8-81-47.

GODZINY BIUROWE: REDAKCJI—PIĄTKI OD 18 DO 20 i ADMINISTRACJI—CODZIENNIE, OD 10 DO 15.

R. ZYZAK.

BADANIE GOSPODARKI CIEPLNEJ W SANATORJUM.

W roku bieżącym Stowarzyszenie miało możność wykonania badań w pewnej instytucji użyteczności publicznej (sanatorjum). Celem badań było ustalenie rozchodu pary na potrzeby sanatorjum, ażeby skontrolować projekt przebudowy instalacji, który przewidywał, że ilość wyprodukowanej we wspólnej kotłowni pary ma pokryć całkowite maksymalne zapotrzebowanie sanatorjum oraz przewidywał zastosowanie do opalania kotłów wysokoprężnych miału zamiast węgla grubego.

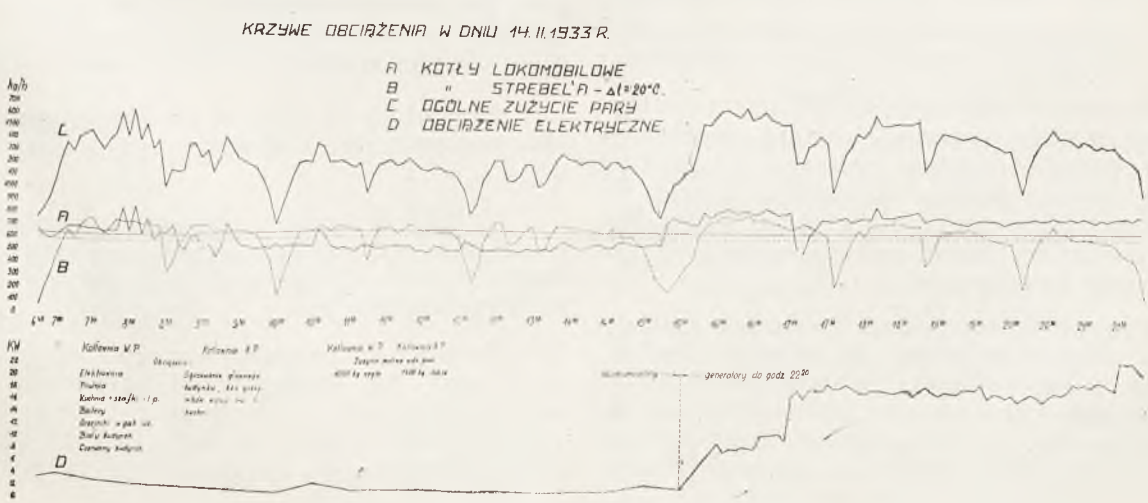
Instalacja składa się:

1) Z dwóch kotłów lokomobilowych zbudowanych w roku 1902 na ciśnienie 8 *atn.* Kotły są obmurowane, mają kanały boczne i dolne. Powierzchnia ogrzewalna każdego kotła wynosi 60 m^2, powierzchnia rusztu 1,2 m^2, ruszt płaski. Spalany jest węgiel gruby. Odległość między mostkiem a dnem sitowem wynosi około 250 *mm.*
2) Czterech niskoprężnych kotłów parowych Strebel'a po 17 m^2 powierzchni ogrzewalnej, opalanych koksem. Aparaty wyrzutowe tych kotłów nie pozwalają na podniesienie ciśnienia pary ponad 0,17—0,2 *atn.*
3) Dwóch przeciwprężnych maszyn parowych zbudowanych przed około 30 laty, jednocylindrowych z rozrządem Corliss'a (jeden suwak obrotowy) i regulatorem osiowym, jednosprężynowym, o mocy 26 *KMe.* Maszyny napędzają pasami generatory o mocy 20 i 18 *kW* mocy stałej.

Obciążenie obu kotłowni składa się z obciążenia zależnego od temperatury zewnętrznej (ogrzewanie pomieszczeń) i niezależnego od niej (boilery dla wody gorącej, kuchnia, pralria, elektrownia itp.).

Pomiaru rozchodu pary dokonano mierząc zużycie pary równocześnie dwoma paromierzami, przyczem jeden był wbudowany w rurociąg wysokoprężny, drugi zaś w rurociąg niskoprężny. Pomiar ten prowadzono przez cały dzień t. j. od godziny 6 rano do godziny 23 w nocy bez przerwy.

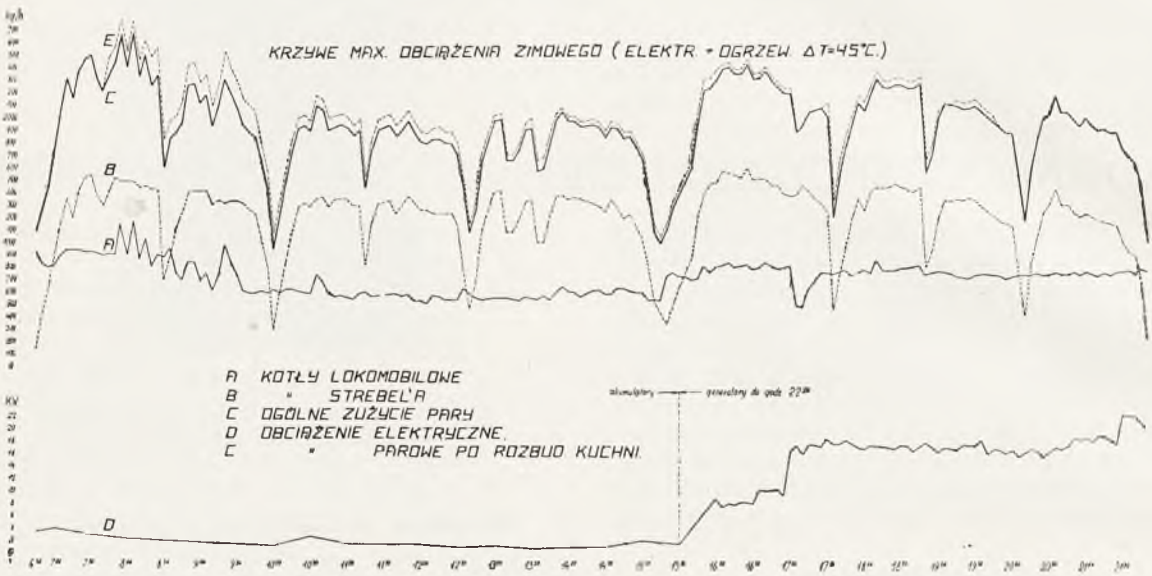
Wyniki pomiaru podają poniższe trzy tablice, oraz zestawienie odparowalności kotła lokomobilowego i odparowalności kotłów Strebel'a.



Tablica 1

T a b l i c a 1 zestawia wyniki pomiaru dla obu kotłowni, oraz podaje sumaryczne zużycie pary w dniu pomiaru przy średniej różnicy temperatur w pomieszczeniach (około 15°*C*) i zewnętrznej (ok. minus 5°*C*) ok. 20°*C*. Tablica ta podaje również działy składające się na obciążenie każdej kotłowni, jak i rozchód węgla i koksu w dniu pomiaru.

T a b l i c a 2 podaje maksymalne obciążenie kotłowni w *kg/godz.* Tablicę tę otrzymano drogą przeliczenia z tablicy 1, biorąc pod uwagę, że wraz ze zmianą temperatury zewnętrznej i temperatury w pomieszczeniach zmienia się obciążenie kotłowni, przyczem wzięto pod uwagę temperaturę zewnętrzną— minus 25°*C* i temperaturę w pokojach+20°*C*, przyczem uwzględniono, że obciążenie niezależne od temperatury zewnętrznej pozostaje bez zmiany.



Tablica 2

T a b l i c a 3 podaje obciążenie kotłowni w lecie. Na tablicy tej podano linją pełną obecne obciążenie letnie, które otrzymano z tablicy 1 odejmując od wykresu obciążenia parowego kotłowni wysokoprężnej zużycie pary na ogrzewanie. Dla zestawienia tej krzywej służyła tylko krzywa obciążenia kotłowni wysokoprężnej, gdyż kotły Strebel'a w dniu pomiaru dostarczały pary tylko na ogrzewanie, a więc całe ich obciążenie w lecie odpada

Tablice powyższe podają zarazem obciążenie elektryczne synchronicznie z parowem.

Ponieważ instytucja ma zamiar zelektryfikować pralnię, ustawić chłodnię, uruchomić dźwig i dodać drobne aparaty z napędem elektrycznym, przeto na tablicy 3 podano kreskowaną krzywą linję obciążenia elektrycznego po elektryfikacji, zestawioną na zasadzie cyfr mocy instalowanej.

Krzywa ta uwzględnia konieczne zmiany ruchu. Przewiduje się, że w dzień będzie czynna jedna maszyna, a wieczorem dwie oddając moc albo na sieć, albo na ładowanie akumulatorów. W ten sposób uniknie się szczytów w obciążeniu wieczorowem, które dotychczas miały miejsce. Wobec tego, że elektrownia obsługiwana była dotychczas przez jednego maszynistę, obie maszyny uruchamiano wieczorem o tej samej godzinie, przyczem moc oddawały one równocześnie na sieć i na ładowanie akumulatorów.

Na podstawie powyższej krzywej skonstruowano krzywą przewidywanego obciążenia parowego, uwzględniając zużycie pary przy przeciwciśnieniu 0,3—0,37 *atn* (linja kreskowana), oraz przy przeciwciśnieniu 1 *atn* (linja kropka-kreska).

Przyjęto przy tem, że do celów gotowania, suszenia itp. zużywana będzie para odlotowa.

Tablica 3 podaje równocześnie różnicę w zużyciu pary w lecie przed i po elektryfikacji z tem, że obecna instalacja pokryje całe zapotrzebowanie mocy.

Zestawienie przewidywanego zużycia mocy i pary po elektryfikacji odniesiono do pory letniej, gdyż w lecie są zużywane najmniejsze ilości pary, a więc jest to okres najniekorzystniejszy dla pracy przeciwprężnej.



Tablica 3

Tablica 3. Krzywe przeciętnego obciążenia obecnego letniego i po elektryfikacji pralni, chłodni i dźwigu.

A—Obciążenie parowe obecne (obciążenia łącznie z pompami).

B—Obciążenie parowe po elektryfikacji (przy p_0 od 1,3 do 1,37 *ata*).

C—Obciążenie elektryczne obecne.

D—Obciążenie elektryczne po elektryfikacji.

W niki pomiaru kotłów wysoko i niskoprężnych.

Odparowalność kotła lokomobilowego.

Paliwo	węgiel gruby
Ruszt . . . . . , ...	płaski
Czas pomiaru	*godz* 5,417
Powierzchnia kotła	m^2 60
Powierzchnia rusztu . . .	m^2 1,2

Węgiel:

Spalono ogółem	*kg* 510
Spalono na m^2 rusztu i godzinę	*kg* 78,5
Wartość opałowa górna . . .	*Cal* 7408
„ „ dolna . . .	*Cal* 7145
Wody	% 4,01
Popiołu	% 7,43

Para:

Ciśnienie na kotle	*ata* 8,1
Cieplik pary	*Cal* 645
Odparowanie na godzinę . .	*kg* 683
„ na 1 m^2 i godzinę	*kg* 11,4
„ z 1 *kg* węgla . .	*kg* 7,25
Temperatura wody zasilającej .	°*C* 14

Gazy:

CO_2	% 6,2
O_2	% 14,1
Nadmiar powietrza	3,0
Temper. gazów wylotowych .	°*C* 254
„ kotłowni	°*C* 20
Ciąg w *mm* H_2O	*mm* 9

Bilans:

Wyzyskano w kotle	% 64,0
Strata kominowa	% 24,5
Reszta	% 11,5
Razem	% 100,0

Obciążenie kotła wynosiło zaledwie 11,4 kg/m^2godz, a mimo to przy zasilaniu silniejszem ciśnienie spadało: winna temu jest zbyt mała odległość między mostkiem a ścianą sitową, w wyniku czego gazy nie omywają dolnych płomieniówek.

Odparowalność kotłów Strebel'a.

Kotły o powierzchni po . . .	17 m^2
Odparowały średnio	604 *kg/godz*
„ „	17,8$kg/m^2god.$
Pary o ciśnieniu	0,1 *atn*
W ciągu 15,5 godzin spalono wraz z rozpałką koksu .	1400 *kg*
Odparowalność wraz z rozpałką	6,68
Średnio na godzinę . .	90,4 *kg/godz.*

Zarzucanie koksu do palenisk ręczne.

Kotły w czasie pomiarów były bardzo forsowane. Krzywa obciążenia tych kotłów (podana na tablicy 1 linją kreskowaną) wykazuje szerokie i głębokie uskoki, które odnoszą się do momentów jednoczesnego zarzucania koksu do obu kotłów, co w zasadzie jest nieprawidłowe, zarzucanie bowiem do kotłów winno odbywać się na zmianę.

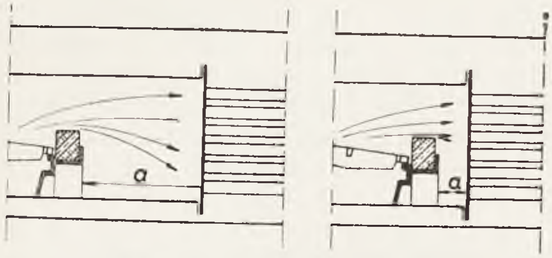
Przeliczenia i wnioski.

Całkowite zapotrzebowanie instalacji mogą pokryć istniejące dwa kotły lokomobilowe przy normalnej pracy, bez forsowania. Obciążenie ich będzie wynosić około 20 $kg/m^2/godz$ (vide tablica 2).

Maksymalne bowiem zużycie pary w instalacji wynosi ok. 2500 *kg/godz.*

Nieodzownym jednak warunkiem jest, by mostek rusztowy w paleniskach był odsunięty od ściany sitowej conajmniej 600 *mm* (przy węglu grubym, przy miale zaś conajmniej 900 *mm* tak, by wszystkie płomieniówki były omywane przez gazy spalinowe i aby te gazy mogły się dopalić przed wejściem do

płomieniówek. Rysunek 1 podaje schematycznie przebieg gazów spalinowych przy złem i dobrem ustawieniu mostka rusztowego.



Rys. 1

Zaznacza się, że Stowarzyszenie spotyka się stosunkowo często z tego rodzaju (jak wyżej) wadliwem umieszczeniem mostków rusztowych. Błąd ten usuwa się normalnie przez wysunięcie rusztu do przodu, przyczem palenisko musi otrzymać przystawkę na froncie.

Sprawę rezerwy dla kotłów wysokoprężnych rozwiązać można dwojako: 1) przez instalację nowego kotła 60 m^2 — związane jest to z kosztami inwestycyjnemi, 2) można uważać kotły niskoprężne jako rezerwę dla kotłów wysokoprężnych. Rezerwa taka jest zupełnie wystarczającą, może bowiem pokryć połowę maksymalnego obciążenia instalacji. W tym jednak wypadku zajdzie potrzeba trzymania w rezerwie pewnej ilości koksu oraz palaczy.

Ponieważ maszyny parowe są już mocno zużyte i pracują nieekonomicznie, eksploatacja ich będzie opłacała się tylko w tym wypadku jeśli będą pracowały stale jako przeciwprężne i oddawana przez nie para będzie całkowicie wyzyskana, wtedy bowiem uzyskana energja elektryczna będzie otrzymywana jako odpadkowa.

W tym celu należy zastosować co następuje:

1) do celów grzejnych powinna być używana tylko para odlotowa. Czystość pary odlotowej należy uzyskać przez zastosowanie odoliwiaczy. Zaznacza się, że wielkość odoliwiaczy powinna być dobrana w zależności od ilości pary przepływającej przez nie i od stopnia jej zaoliwienia. Dla całkowitego zapewnienia czystości pary wskazane jest ustawienie dwóch odoliwiaczy w układzie szeregowym.
2) ruch należy prowadzić w lecie tak, jak to wskazuje tablica 3 (vide linje kreskowana zużycia pary w porównaniu z pełną). Wtedy mimo najniekorzystniejszego (najmniejszego) zużycia pary dla celów grzejnych, para odlotowa będzie w dni powszednie całkowicie wyzyskana.

Ponieważ część pary odlotowej maszyn będzie uchodziła w dni świąteczne w powietrze, konieczna jest odpowiednia naprawa maszyn w celu zmniejszenia rozchodu pary.

Powyższe dowodzi, że w instalacjach gdzie para dla celów grzejnych potrzebna jest w ciągu dnia przez cały rok, można otrzymać energję elektryczną w znacznej części odpadkowo zużywając parę odlotową z maszyn parowych napędzających generatory, do podgrzewania wody itp.

Pomiary wykonane przez Stowarzyszenie ustaliły maksymalną ilość pary na potrzeby sanatorjum w stosunku do ilości otrzymanych drogą teoretycznego obliczenia, dzięki czemu ustalona została wielkość powierzchni ogrzewalnej ewent. rezerwowego kotła w kotłowni wysokoprężnej. Pomiary zwróciły również uwagę na przeróbki jakich należy dokonać w paleniskach kotłów wysokoprężnych w związku ze zbyt małą odległością mostków od ścian sitowych, oraz podkreśliły, że stosowanie miału do palenia w kotłach wysokoprężnych może spowodować zasypanie okolicy sanatorjum koksikiem, co w takiej instytucji jest wysoce niepożądane.

ZAWORY BEZPIECZEŃSTWA O PEŁNYM SKOKU.

Por. *Technika Cieplna*, str. 182, 1933 r.

Zawór przed podniesieniem się na pełny skok podlega działaniu nietylko sił dynamicznych, ale i statycznych, wywołanych nadciśnieniem przez zmniejszenie wolnego przekroju wypływającej pary. Sposób działania zaworu o pełnym skoku jest następujący. Przekroczenie roboczego ciśnienia w kotle przezwycięża działanie ciężaru zawieszonego na dźwigni zaworu i grzybek zaczyna się podnosić. Początkowo zawór o pełnym skoku zachowuje się jak zwykły zawór, później jednak wskutek siły działającej na grzybek, będzie zwiększał się wolny przekrój prędzej, niż to jest potrzebne i dlatego trzeba zmniejszyć siłę podnoszącą grzybek, ażeby zapobiec jego drganiom. To redukowanie działania sił podnoszących grzybek, odbywa się równocześnie z jego podnoszeniem, a to przez wzrost szybkości wypływu kosztem spadku ciśnienia.

Każdej wielkości przekroczenia roboczego ciśnienia w kotle odpowiada określony skok zaworu. Jeżeli ciśnienie w kotle będzie wzrastać dalej, grzybek będzie podnoszony coraz wyżej; będzie wzrastać ilość i energja kinetyczna wypływającej pary i zawór pod-

niesie się do swego krańcowego położenia na wysokość $\frac{d}{3}$.

Teraz następuje zupełnie nowy układ sił działających na grzybek. Wskutek gwałtownego zwiększenia szybkości wypływu, spada ciśnienie do ciśnienia krytycznego, a więc ~ 40%. Wywołuje to zmniejszenie działania sił na grzybek, które musi być teraz całkowicie wyrównane dynamicznem działaniem wypływającej pary na kołnierz grzybka. Jeżeli to wyrównanie nie zachodzi, grzybek natychmiast opadnie na siedzenie i zawór zaczyna silnie drgać. Drgania te dają się uniknąć przez odpowiednie umieszczenie i wielkość kołnierza nad grzybkiem zaworu. Jeżeli jednak kołnierz ten będzie zaduży, lub położony zbyt nisko, to dynamiczne działanie wypływającej pary na grzybek może tak wzrosnąć, że zawór nie zamknie się po wyrównaniu ciśnienia w kotle. W tym wypadku nastąpią trudności w prowadzeniu ruchu kotła i grzybek każdorazowo po wyrównaniu ciśnienia w kotle trzeba będzie ręcznie przycisnąć do siedzenia.

Dobrze działający zawór bezpieczeństwa musi być tak skonstruowany, aby przy wzroście ciśnienia w kotle o 10% powyżej roboczego, grzybek podniósł się bez drgań do swego krańcowego położenia, a przy spadku ciśnienia zamknął się wskutek zmniejszonej ilości wypływającej pary.

W konstrukcji zaworów zasadniczą rolę odgrywa wielkość kołnierza i jego położenie w stosunku do grzybka, a pierścieniowy przekrój między korpusem zaworu i grzybkiem musi być odpowiednio dobrany do średnicy kołnierza grzybka. Nie dadzą się dokładnie obliczyć siły statyczne i dynamiczne, jakie działają na grzybek przy wypływie z zaworu bezpieczeństwa o pełnym skoku, tak że konstruktor musi opierać się na wynikach branych z doświadczenia. Przekroczenie ciśnienia roboczego nie da się zatem obliczyć z wymiarów zaworu bezpieczeństwa o pełnym skoku. Przy ustawianiu 2 lub 3 zaworów na jednym króćcu, przekrój króćca musi być dostatecznie duży, w przeciwnym razie przy podniesieniu jednego zaworu nastąpi w króćcu obniżenie ciśnienia, które opóźni działanie drugiego zaworu. Drugi, względnie trzeci zawór podniesie się dopiero wtedy na pełny swój skok, jeżeli wzrost ciśnienia w kotle zrównoważy spadek ciśnienia w króćcu. Zbyt mały przekrój króćca może więc wywołać bardzo łatwo podwyższenie ciśnienia w kotle powyżej 10% roboczego, co jest niedopuszczalne.

Na podstawie wyników prób przeprowadzonych przez Cleve'go, w Niemczech w roku 1932, zostało wydane rozporządzenie uzupełniające do obliczania zaworów bezpieczeństwa, którego pierwsze punkty brzmią, jak następuje:

Przy odbiorze kotłów stałych można odstępować od wymagań, zawartych w rozporządzeniu z 1909 r., w sprawie obliczania ciężarowych zaworów bezpieczeństwa, których skok wynosi conajmniej $^1/_3$ ich średnicy, jeżeli są spełnione następujące warunki:

1) zawory są obliczane wzorem: $F = 3\frac{D}{p}$,
   gdzie oznacza:
   F—wolny przekrój zaworu w mm^2,
   D—normalną wydajność kotła w kg/h,
   p—ciśnienie robocze w *atn*.
2) wytwórca lub zamawiający zapewni, że skok zaworu wynosi conajmniej $^1/_3$ jego średnicy w świetle i że podane normalne obciążenie kotła może być przekroczone tylko przejściowo;
3) przekrój króćca przy jednym zaworze bezpieczeństwa o pełnym skoku powinien być równy wolnemu przekrojowi zaworu. Przy dwóch zaworach przekrój ten powinien być 25%, przy trzech — 50% większy od sumy przekrojów zaworów.

O ile kocioł posiada zawory obliczone powyższym wzorem, należy ustalić przez wykonanie próby obciążenia podczas pracy kotła, czy zawór posiada żądany skok i czy rzeczywiste obciążenie odpowiada gwarantowanemu. Próby obciążenia nie są obowiązujące w tym wypadku, jeżeli zawory określonego typu znajdują się już od dłuższego czasu w ruchu i odpowiadają stawianym wymaganiom.

Rozporządzenie to umożliwia całkowite wyzyskanie zdolności obciążenia zaworu bezpieczeństwa o pełnym skoku i pozwala na prawidłowe obliczanie jego wymiarów.

W ostatnich czasach wyłania się szereg zagadnień, które przeważnie dają się wyjaśnić podanem poniżej teoretycznem ujęciem wypływu z zaworu bezpieczeństwa. Tak np. wysuwana jest nieuzasadniona obawa, że przy zbyt małej średnicy rury wyprowadzającej parę z zaworu bezpieczeństwa ponad dach, powstaje hamujące działanie wsteczne, wskutek powstającego wtedy przeciwciśnienia. Przepływ z krytyczną szybkością posiada tę właściwość, że działanie wsteczne przy zaburzeniu przepływu nie występuje w najmniejszym przekroju. Jeżeli więc ciśnienie poza zaworem jest poniżej ciśnienia krytycznego, a więc przy 100 *atn* w kotle—poniżej 57,7 *atn*, to nie należy się obawiać żadnych zaburzeń. Obliczenie tej rury pokazuje, że stosowane wielkości rur są zupełnie wystarczające.

Ponieważ próba obciążenia zaworu bezpieczeństwa o pełnym skoku, wymagana omawianem rozporządzeniem, napotyka na

trudności w jej przeprowadzeniu podczas ruchu kotła, wyłania się pytanie, czy przez odpowiednie powiększenie spółczynnika $x=3$ nie da się osiągnąć takiego zwiększenia przekroju zaworu, aby można było pominąć to sprawdzenie w ruchu kotła. W tym celu proponowano powiększenie tego spółczynnika o 10%, t. j. na $x = 3{,}3$.

Przedstawione powyżej wyniki badań Cleve'go nie wyjaśniają, czy spółczynnik 3 uwzględnia również jakość samego wykonania zaworów i czy jest celowe jego powiększenie w proponowany sposób.

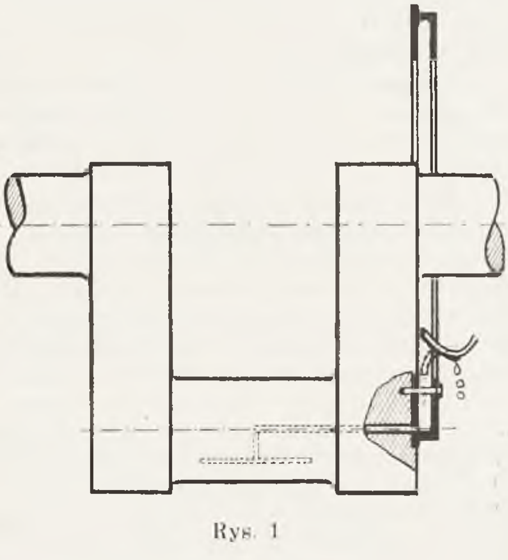
Bez przeprowadzenia dokładnych prób w tym kierunku napewno nie uda się odpowiedzieć na to pytanie. Uwzględniając jednak, że dla odpowiednio wykonanych zaworów, spółczynnik $x = 3$ w zakresie niskich i wysokich ciśnień, daje już przekroje zaworów z dość znacznym nadmiarem, a w zakresie średnich ciśnień — jest wystarczającym, można przyjąć, że przez proponowane 10% podwyższenie wartości tego spółczynnika, zostanie uwzględniony w obliczeniu zaworów wpływ niedokładności ich wykonania.

A. W.

PRZYCZYNY WYTOPIENIA ŁOŻYSK KORBOWYCH.

W ropowym silniku spalinowym, jednocylindrowym, dwutaktowym o mocy około 50 *KM* zdarzyło się kilkakrotnie wytopienie łożyska korbowodu na wale korbowym. Ani zwiększenie dozoru, ani zastosowanie pierwszorzędnego stopu łożyskowego nie dały dodatnich wyników. Dopiero szczegółowe zbadanie obiegu oleju pozwoliło na wykrycie właściwej przyczyny i na usunięcie tego przykrego dla ruchu zaburzenia pracy silnika.

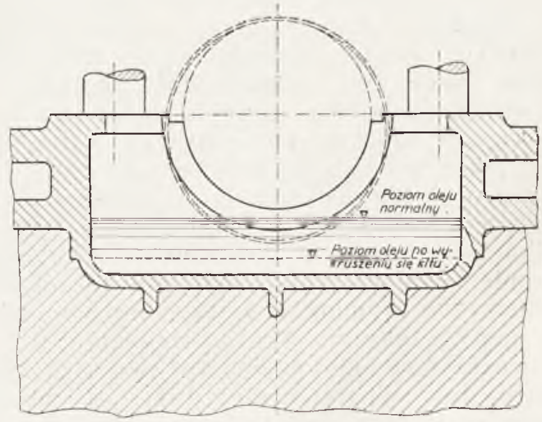
Smar dopływa normalnie do osłony przymocowanej do wału korbowego, skąd siłą odśrodkową tłoczony jest do łożyska przez kanały, wywiercone w wale. Okazało się, że rurka miedziana, doprowadzająca smar do tej osłony przy montażu wygięta została niewłaściwie, t. j. do góry, zamiast



Rys. 1

w dół i smar po rurce okapywał z powrotem mijając osłonę. Wygięcie rurki mogło być przypadkowe, spowodowane trudnością zamocowania jej przy montażu z powodu braku miejsca. Dla uniknięcia niespodzianek na przyszłość zamieniono rurkę miedzianą na stalową z przypawanym na jej końcu wąsem, nadającym właściwy kierunek okapującemu smarowi. Po tej zmianie wytapianie się łożyska ustało. Rys. 1 ilustruje opisany szczegół smarowania z właściwem wygięciem rurki (linja kreskowana) i niewłaściwem (linja pełna).

Ten sam silnik po pięcioletniej nieprzerwanej pracy od czasu dostarczenia, został poważnie uszkodzony z powodu wytopienia łożyska wału korbowego, które pociągnęło za sobą rozbicie pokrywy łożyska i wygięcie wału korbowego. Okazało się, że przyczyną uszkodzenia silnika był brak oleju w łożysku, spowodowany wyciekiem tegoż przez szczelinę w odlewie łożyska, znajdującą się niżej normalnego poziomu oleju, wobec cze-



Rys. 2

go pierścienie smarownicze nie zanurzając się w smarze przestały działać. Szczelinę odkryto dopiero po wypadku i znaleziono w niej sporą jeszcze ilość kitu żelaznego, zapomocą którego dostawca ukrył wadę odlewu. Zachowując przez kilka lat szczelność karteru, kit wady odlewu nie ujawnił. Zaprawa ulegała jednak stopniowo zniszczeniu, aż do wytworzenia się otworu. W dniu wypadku zauważono silniejszy ubytek oleju w łożysku, ale przyczyny tego zjawiska nie

udało się stwierdzić, gdyż uszkodzona część odlewu stykała się z cementowym fundamentem silnika i olej wyciekał do niedostępnego zupełnie kanału dla powietrza ssanego przez silnik. (Rys. 2).

Silnik ten dostarczyła jedna z poważniejszych fabryk zagranicznych, a opisane wypadki zdarzyły się mimo troskliwej i fachowej obsługi.

Naprawianie wad odlewu stosuje się często; musi być ono dokonywane jednak z należytem zrozumieniem sposobu naprawy i konstrukcyjnego przeznaczenia odlewu. Prymitywna naprawa odlewu przez kitowanie w tak odpowiedzialnem miejscu, jak karter oliwny łożyska jest niedopuszczalną i świadczy bardzo ujemnie o kontroli technicznej odlewni.

J. K.

Opłaty za dozór kotłów w r. 1934.

Podajemy poniżej taryfę opłat za dozór kotłów należących do członków Stowarzyszenia, obowiązującą od dnia 1 stycznia 1934 roku, uchwaloną przez Walne Zgromadzenie Delegatów Członków Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie w dniu 28 czerwca 1933 roku i zatwierdzoną pismem Pana Ministra Przemysłu i Handlu z dnia 15 listopada 1933 roku, L. PA.III.3/14.

I. wpisowe od każdego nowozgłoszonego kotła . . zł. 20.—

II. opłaty roczne:

za kocioł o powierzchni ogrzewalnej do 2 m^2 . . „ 37.50
„ „ „ „ ponad 2 „ do 20 m^2 „ 60.—
„ „ „ „ „ 20 „ „ 50 „ „ 78.75
„ „ „ „ „ 50 „ „ 100 „ „ 117.—
„ „ „ „ „ 100 „ „ 200 „ „ 162.—
„ „ „ „ „ 200 „ „ za każde dalsze 100 m^2 lub ich część . . . . . „ 54.—

KRONIKA TECHNICZNA

Dotychczasowe wyniki amerykańskich badań nad kotłami jednorurowemi.

(*„Archiv für Wärmewirtschaft“* Sierpień Nr. 8 r. 1933)

W amerykańskiej prasie technicznej poświęca się ostatnio dużo uwagi sprawozdaniom Pottera, Solberg'a, Hawkins'a i Kerr'a z badań przeprowadzonych nad kotłami jednorurowemi, jakiemi są kocioł La Mont'a, Bensona i Sulzera [1]). Są to wszystko typy kotłów, które muszą sobie jeszcze w instalacjach próbnych wywalczyć prawo bytu.

Z punktu widzenia przewodzenia ciepła, teoretycznie można się spodziewać korzyści tylko wtedy, eżeli będą zastosowane duże szybkości gazów spalinowych, w/g Münzingera [2]) dopiero w granicach 25—50 *m/sek.*

Badane były dwa urządzenia kotłowe, zasadniczo o tej samej budowie t. j. złożone z powierzchni opromieniowanej i powierzchni omywanej przez gazy, którą tworzy większa ilość równoległych wężownic, połączonych rurą zbiorczą.

Woda przed dojściem do powierzchni opromieniowanej, nierówno nagrzana w wężownicach, zostaje wymieszana w rurze zbiorczej.

[1]) Por. *„Technika Cieplna“* Nr. 7, str. 115.

[2]) Münzinger. *„Druckfeuerung“ VDI“*. 1932, s. 1196.

Tablica 1

	Kocioł I	Kocioł II
Powierzchnia ogrzewalna:		
omywana przez gazy m^2	24	17,5
opromieniowana m^2	18,7	18,2
Ilość równoległych wężownic .	2	7
Prześwit rur *mm*	12,7/25,4	12,7/25,4
Objętość komory palenisk. m^3	2,4	2,46
Największe obciążenie podczas pomiarów *t/h*	2,0	2,1
Ciśnienie na wyjściu *ata*	110-.250	110-.350
Temperatura pary na wyjściu ^0C	350-.450	440
Temperat. wody zasilającej ^0C	118	85

Przeprowadzono badania zachowania się w ruchu kotła I (Tablica 1) przy różnych jego obciążeniach, ciśnieniach i temperaturach pary. Wobec jednak krótkotrwałości pomiaru, który trwał tylko 90 minut, instalacja próbna nie mogła być w równowadze cieplnej, z wyników więc nie można wyciągnąć wniosków ogólnych, mają one jednak duże znaczenie i dały bardzo

ciekawe rezultaty, pozwalając zbadać przebieg ciśnień i temperatur wzdłuż całej ogrzewanej rury.

Temperatury były określane w 36 miejscach powierzchni opromieniowanej i w 6 miejscach powierzchni omywanej. Z pomiarów wykreślono na rys. (1) do (6) temperatury wody i pary w różnych miejscach kotła, spadek temperatury, całkowity spadek ciśnienia, oraz spadek ciśnienia wewnątrz powierzchni omywanej, zależnie od obciążenia, ciśnienia i temperatury za przegrzewaczem pary (od powierzchni rys. (1) i (2); od ciśnienia rys. (3) i (4) i od temperatury pary za przegrzewaczem rys. (5) i (6 [1])).

Przebieg tych zależności wykazuje, że tak samo jak w zwykłych kotłach, wraz ze wzrostem ilości spalin, woda zasilająca w powierzchni omywanej jest coraz silniej nagrzana, a ilość ciepła, jaką odbiera powierzchnia opromieniowana — maleje ze wzrostem obciążenia komory paleniskowej.

Spadek ciśnienia w kotle o ciśnieniu roboczem 180 *atn*, który przy obciążeniu 1000 *kg/h* (t. j. 50% obciążenia największego) wyniósł 18 *atm*, więc i tak dość znaczny, podniósł się przy obciążeniu 2000 *kg/h* do 72 *atm*. Praca pompy zasilającej podnosi go jeszcze do wielkości 20% ciśnienia roboczego. W stosunku do zwykłego kotła, spadek ciśnienia tutaj jest bardzo wysoki i starano się przedewszystkiem określić jego wielkość. Potter i Kerr nie podają jednak do tego żadnych podstaw, więc starano się uzgodnić wyniki pomiarów i obliczeń, opierając się na normalenm określaniu spadku ciśnienia w rurociągach, przez odpowiednie uwzględnienie panujących tu dużych szybkości. Wynikła przytem konieczność rozróżniania powierzchni ogrzewalnej: podgrzewającej, odparowującej i przegrzewającej.

Ostatecznie spadek ciśnienia może być określony z następujących równań.

a) dla powierzchni odparowującej i przegrzewającej:

$$p_1 - p_2 = A \cdot p_2 \left[\sqrt{1 + \frac{\beta \cdot w_2^2 \cdot 2 \cdot l}{D \cdot P_2 \cdot v_2}} - 1 \right] \qquad (1)$$

b) dla powierzchni podgrzewającej:

$$p_1 - p_2 = A \cdot \lambda \frac{\gamma_w \cdot w_2^2}{2g \cdot 10^4} \cdot \frac{l}{d} \qquad (2)$$

gdzie oznacza.

A — spółczynnik dla pary przegrzanej 1,44
suchej nasyconej 1,12
wody 1,75

p_1 — ciśnienie w przekroju na początku rury w kierunku przepływu w *ata*.

p_2 wzgl. P_2 — ciśnienie w przekroju na końcu rury w *ata* wzgl. w kg/m^2.

β — spółczynnik oporu dla suchej pary i przegrzanej (*Hütte* tom I, wyd. 25, str. 516).

λ — spółczynnik oporu dla wody.

w_2 — szybkość w przekroju na końcu rury w *m/sek*.

l — długość między dwoma przekrojami rury w *m*.

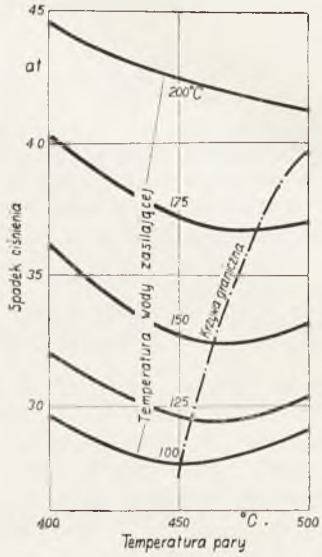
D — prześwit rury w *mm*. dla równania (1) i w *m*. dla równania (2).

v_2 — objętość właściwa pary w przekroju na końcu rury w m^3/kg.

γ_w — ciężar właściwy wody w przekroju na końcu rury w kg/m^3.

g — przyśpieszenie ziemskie w m/sek^2.

W wykonanych dotąd tego typu kotłach była jedna tylko wężownica, obawiano się, że przy przejściu do większej ilości połączonych wężownic i rozmieszczonych równolegle, co jest konieczne dla zwiększenia wydajności, nie wszystkie rury jednocześnie będą zasilane wodą.



Rys 7

Spadek ciśnienia w rurze długości 200 *m* o ⌀ 30/38 *mm*, przy obciążeniu 100000 $Kal/m^2/h$, ciśnieniu na końcu rury 100 *ata* — w zależności od temp. wody zasilającej i temp. pary.

Przykład, który został przeliczony równaniami (1) i (2) dla rur o ⌀ 30/38 *mm* długości 200 *m* i ciśnieniu 100 *atm*. wskazał jaki ma wpływ temperatura wody zasilającej i temperatura pary przegrzanej na rozdział wody. Przyjęto przytem obciążenie cieplne 100.000 $Kal/m^2/h$ i różne ilości wytwarzanej pary. Jak z obliczenia wypada rys. (7) spadek ciśnienia zmienia się z temperaturą wody zasilającej i temperaturą pary przegrzanej, osiągając przytem wartość najmniejszą przy określonej temperaturze pary. Temperatura ta jest tem wyższa, im wyższą będzie dobrana temperatura wody zasilającej na wejściu do kotła. Te najmniejsze wartości spadku ciśnienia dają krzywą graniczną i tym punktom musi odpowiadać ruch kotła.

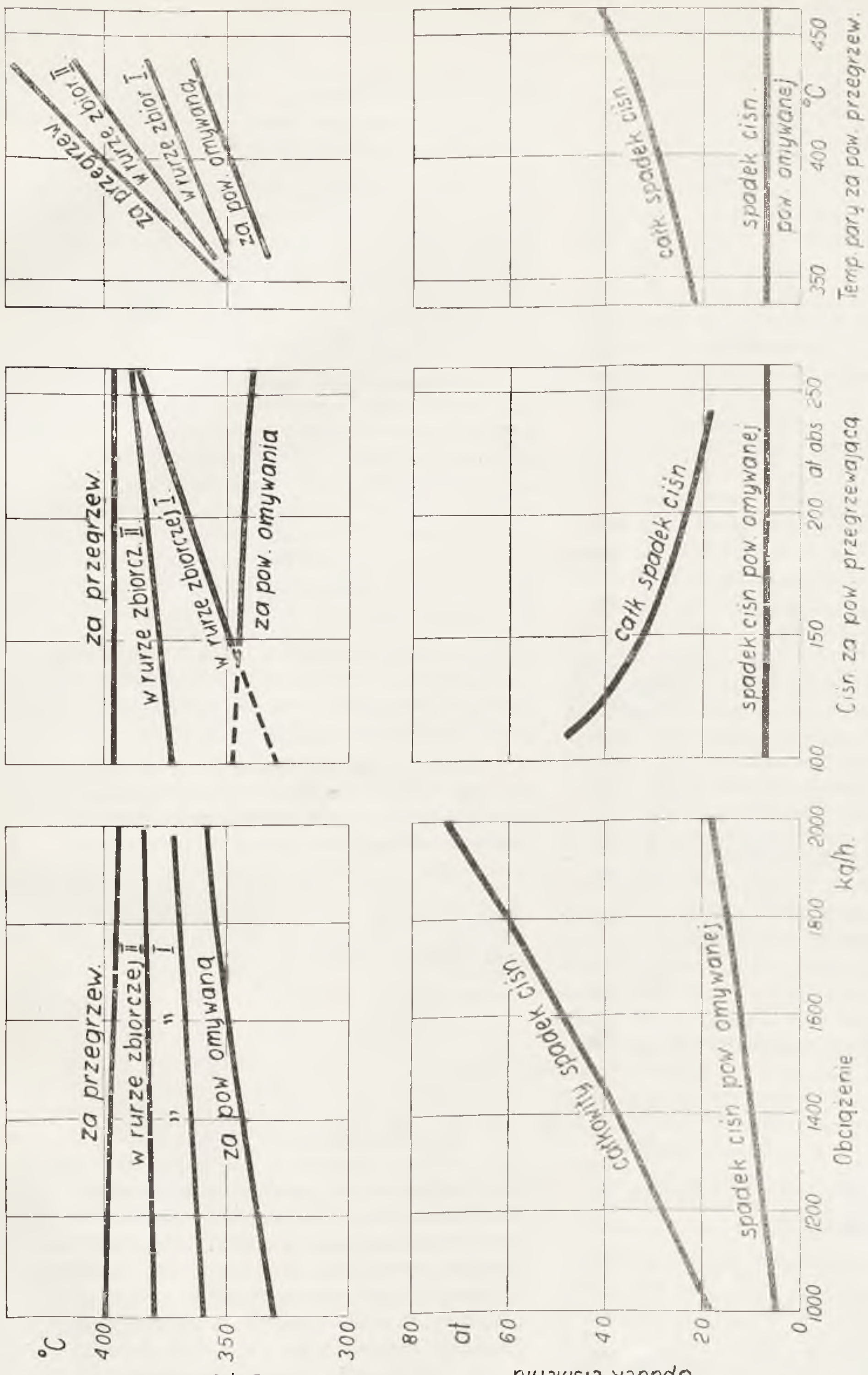
Chociaż dla kotła jednorurowego jest to bez znaczenia, to już przy większej ilości wężownic, aby uzyskać czułą samoczynną regulację dopływu wody do wszystkich rur, trzeba żeby punkt odpowiadający ruchowi kotła leżał po lewej stronie krzywej granicznej.

Jeżeli bowiem wskutek zmniejszenia się ilości wody w jednej z równoległych rur podniesie się w niej temperatura pary, powstanie zaraz większa różnica ciśnienia między początkiem i końcem rury, i różnica ta przyśpieszy strumień a temperatura pary zacznie opadać.

W obszarze po prawej stronie krzywej granicznej, jest prawie niemożliwe, żeby mogło być wyrównane takie zaburzenie w ruchu kotła.

---

[1]) Por. rysunki 1—6 str. 197.



Rys. 1 i 2

Rys. 3 i 4

Rys. 5 i 6

Ciśnienie za pow. przegrzew . . . . 180 *ata*
Temper. wody zasilającej . . . . 118°C
Temperatura pary . . . . . 398°C

Obciążenie . . . . 1200 *kg/h*
Temp. wody zas. . . 118°C
Temp. pary . . . . 96°C

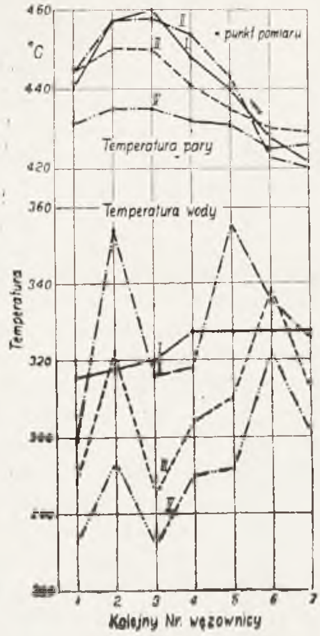
Obciążenie . . . 1200 *kg/h*
Temp. wody zasil. 118°C
Ciśnienie . . . . 180 *ata*

Spadek ciśnienia i przebieg temperatury w pow. opromieniowanej i omywanej

Kerr przeprowadzał badania nad tem zagadnieniem i przedstawił je na wykresach, jednak bardzo skromne są wyjaśnienia nad powstawaniem tego zjawiska i nie można wyciągać z tego ogólnych wniosków. Badania te przeprowadzał nad kotłem z 7-ma rurami równoległemi, a jak z rys. (8) wynika, przy odparowaniu 2,1 *t/h* można osiągnąć równomierny rozdział pary na większą ilość rur, a największe odchylenie temperatury pary od wielkości średniej wynosiło jakoby tylko ± 15°.

Mała zawartość wodna jednorurowego kotła wymaga szybkiego działania urządzenia regulacyjnego. W instalacjach badanych zastosowana była regulacja wody, powietrza i paliwa w zależności od ciśnienia

emperatury pary przegrzanej. Ze względu na to, że woda przepływająca przez rury całkowicie odparowuje,



Rys. 8

Temp. wody na końcu pow. ogrzew. omywanej przez gazy i temp. pary na końcu pow. opromieniowanej dla jednej z 7-miu rur kotła II przy obciążeniu 2100 *kg/h*

I ciśnienie pary za pow. przegrzew. 110 *ata*
II " " " " 177 "
III " " " " 226 "
IV " " " " 353 "

ważne jest zwrócenie szczególnej uwagi na jej jakość. Podczas badania używana woda zasilająca zawierała:

największą alakliczność wyrażoną w sodzie	75 *mg/l.*
zawartość fosfatu wyrażoną w podwójnym fosfacie sodowym	40 *mg/l.*
wartość *pH*.	10 do 10,5
zawartość tlenu	0 do 0,1 *mg/l.*
największa pozostałość stała z odparowania	1500 *mg/l.*

Według dotychczasowych wyników badań nad temi kotłami, osad pozostający z wody zasilającej jako drobny pył zostaje wciągnięty do powierzchni przegrzewającej. Wprawdzie zostają przez to rury wolne od kamienia kotłowego, jednak trzeba się liczyć z większem zużyciem poszczególnych części kotła, jak również wirnika i kierownic w turbinie.

Stawiano zarzut, że przy dłuższym ruchu i małem obciążeniu tego rodzaju kotła, osad z pozostałości wody zasilającej, spieczony w wężownicach, będzie sprawiał trudności ruchowe. Wobec braku dłuższych doświadczeń, ta sprawa nie została jeszcze wyjaśniona, a ostatnie badania nad kotłami Bensona powinny już rzucić światło na to zagadnienie.

Mała zawartość wodna wymaga również chłodzenia powierzchni ogrzewalnej podczas uruchamiania kotłów; przez dławienie wody zasilającej uzyskuje się następnie powolny wzrost ciśnienia, woda w rurach zaczyna odparowywać, osiąga się szybko stan ruchowy i zostaje włączona automatyczna regulacja kotła. Według Potter'a na rozruch potrzeba 40 minut, zaznacza on jednak, że czas ten może być jeszcze skrócony; Kerr natomiast podaje, że kocioł II (Tabl. 1) już po 8 minutach mógł mieć włączoną regulację.

Przy zatrzymywaniu kotła po wyłączeniu ognia, musi jeszcze być czynna pompa zasilająca tak długo aż ciepło zmagazynowane w obmurzu, przestanie być groźne dla tej małej objętości wody zawartej w rurach.

Badania Kerr'a, Potter'a i jego współpracowników wykazały, że możliwe jest uruchomienie kotła tego typu z większą ilością równoległych rur i zapewnienie dopływu wody do wszystkich wężownic.

Jak prędko takie kotły mogą być wprowadzone, w użycie będzie zależało od dalszych badań nad niemi i od rentowności tych instalacyj, która w tych wypadkach odgrywa zasadniczą przecież rolę.

A. W.

ZE ZJAZDÓW.

Wszechświatowa Konferencja Energetyczna w Skandynawji.

Wszechświatowa Konferencja Energetyczna odbyła się między 26.VI, a 10.VII, b. roku kolejno w Kopenhadze, Sztokholmie, Helsingforsie i Oslo. Udział w Konferencji wzięło około 800 delegatów z 38 państw.

Głównem zagadnieniem rozpatrywanem na Konferencji było zaopatrywanie wielkiego przemysłu w energję.

Sekcja I a. Zaopatrywanie wielkiego przemysłu w energię. Energja elektryczna.

Na czoło zagadnień związanych z zaopatrywaniem w energię wysuwa się problem współpracy siłowni różnego typu, jakiemi są elektrownie okręgowe i fabryczne. Kwestji najkorzystniejszego rozdziału wytwarzanej energji między elektrownię zasadniczą a szczytową lub fabryczną, poświęcili swe rozważania dwa uczestnicy Konferencji: Gercke (Niemcy) i Balmer (Szwajcarja). W referatach tych przeprowadzono porównanie kosztów jednostki produkcji w zależności od czasu użytkowania mocy zainstalowanej. Całkowite koszta produkcji składają się z kosztów stałych, niezależnych od ilości wytworzonej energji, i z kosztów zmiennych, do tej ilości proporcjonalnych. Przy krótkich okresach korzystania z siłowni, tak jak to może mieć miejsce dla pokrycia szczytów, duże koszta ruchu tracą na znaczeniu, jeżeli koszta stałe są niskie

Z rozważań obu prelegentów wynika, że nawet dla większych elektrowni najkorzystniejszą instalacją jest silnik Diesel'a o ile okres pracy nie przekracza 1000 ·/. 1500 godzin rocznie. W warunkach szwajcar-

skich na drugiem miejscu stawiany jest zakład z wodnym zasobnikiem pompowanym. Do pokrywania szczytów (p.p. Hobson, Forrest i Taite, Anglja) mogą być również wyzyskane stare zakłady, których praca, jako zakładów podstawowych, nie znajduje już gospodarczego uzasadnienia.

Elektrownia okręgowa będąc zgóry przygotowana na coraz to wzrastające obciążenie, rozporządza pewną rezerwą maszyn, co stwarza możność taniego wyprodukowania energji na pokrycie zapotrzebowania szczytowego. Dlatego konieczność posiłkowania się specjalnemi zakładami szczytowemi występuje w nielicznych wypadkach.

Poza ogólnemi rozważaniami na temat zaopatrywania przemysłu w energję, zgłoszono kilka referatów ilustrujących faktyczny rozwój elektryfikacji w różnych państwach.

Przed wojną w Anglji (Hobson, Forrest i Taite) praca zakładów elektrycznych nie była koordynowana, co doprowadziło do powstania różnych sieci o niejednakowem napięciu i częstotliwości. Stan ten nie sprzyjał rozwojowi elektrowni okręgowych. Po wojnie nastąpił okres rozbudowy dawnych fabryk i zakładania nowych. Zjawisko to, łącznie z koniecznością obniżenia kosztów produkcji, wywołało potrzebę zmiany dotychczasowego kierunku rozwoju zakładów energetycznych i przyczyniło się do zainicjowania planowej gospodarki elektrycznej ogólnie znanej pod nazwą „the Grid". Obecnie jest bliskie ukończenia pokrycie kraju szeroko rozgałęzioną siecią zdolną pokryć całkowite zapotrzebowanie wewnętrzne. Podczas przeprowadzania elektryfikacji wyłonił się problem unieruchomienia siłowni fabrycznych. W niektórych wypadkach elektrownie okręgowe przejęły te zakłady, wyzyskując je do pokrywania szczytów, lub jako rezerwę. Według prelegentów, w wielu wypadkach oparcie się na elektrowni okręgowej okazało się korzystne nawet dla tych przedsiębiorstw, które korzystały z ciepła odpadkowego lub używały pary do procesów produkcyjnych.

W Niemczech (Warrelman) większość zapotrzebowanej energji pokrywana jest dotychczas przez siłownie fabryczne, jednak ogólne obciążenie tych zakładów stopniowo zmniejsza się na korzyść elektrowni okręgowych. Tendencji tej przeciwstawiają się koła przemysłowe utrzymujące, że zakłady przemysłowe powinny być niezależne od zewnątrz. Z tego względu, nietylko że pracuje nadal szereg przestarzałych siłowni fabrycznych, ale nawet zainstalowano szereg nowych. Do powstania nowych zakładów fabrycznych przyczyniło się pozatem niesłuszne mniemanie, że koszta ogólne energji wyprodukowanej w zakładach o krótkim czasie używania zainstalowanej mocy, są niskie, dzięki małemu rozchodowi paliwa.

Stosunki energetyczne istniejące w Zagłębiu reńsko-westfalskim były przedmiotem rozważań p. Martini (Niemcy).

W Belgji (Mathieu) usiłowania skoordynowania działalności poszczególnych elektrowni doprowadziły do powstania ugrupowań „Union des Centrales Eléctriques", połączonych siecią 150 *kV*, tworzących „Union Générale Belge d'Electicité". Zakłady należące do jednej grupy są tak prowadzone, jakgdyby miały jednego właściciela i pozostają pod kierownictwem zależnem bezpośrednio od organizacji centralnej.

W Z. S. S. R. (Rubinstein) przywiązuje się niezmiernie wielką wagę do elektryfikacji państwa. Obecnie realizowany w Z. S. S. R. drugi z kolei pięcioletni plan działania poświęcony jest temu zagadnieniu.

Nowa „piatiletka" spowodować ma rozwój elektrochemji, elektrometalurgji, spawania elektrycznego, zastąpienie w przemyśle napędu mechanicznego przez elektryczny i wreszcie stosowanie elektryczności do celów grzejnych.

W Szwecji (Kleman, Upmark) miejscowe warunki sprzyjały rozwojowi siłowni fabrycznych, a mimo to istnieje wyraźna dążność przemysłu do korzystania z energji wyprodukowanej w centralnych siłowniach, wyrażająca się w powstawaniu spółek energetycznych różnego typu.

W Norwegji (Bjerknes) w r. 1932 doszło do porozumienia dziesięciu elektrowni reprezentujących 500,000 *kW*.

Współpraca zakładów energetycznych daje tak korzystne wyniki, że nasuwa się myśl przyłączenia zakładów leżących poza politycznemi granicami państwa. Międzynarodowa wymiana energji związana jest z różnemi trudnościami natury nietylko finansowej, ale politycznej i technicznej. Pomysł wyzyskania energji wodnej, jaką rozporządza Norwegja, do zasilania zakładów przemysłowych położonych w innych państwach, znalazł zwolenników. Strony zainteresowane utworzyły towarzystwo akcyjne, (kapitały norweskie, szweckie, duńskie i niemieckie) którego narazie wyłącznym celem jest wszechstronne zbadanie zagadnienia. Towarzystwo to zgłosiło referat omawiający zagadnienie eksportu energji elektrycznej z Norwegji.

Problemowi zaopatrywania odbiorców zużywających duże ilości energji poświęcone były dwa referaty (Svanoe—Norwegja i Bostwick St. Zj. A. P.). Do tego typu odbiorców należą zakłady elektrochemiczne, przemysł papierniczy, celulozowy i inne. Podstawowemi warunkami rozwoju tych zakładów są: możność otrzymania taniej energji, oraz dogodne stosunki transportowe. Strefą najtańszej energji jest okolica w której leży elektrownia, tu bowiem odpadają koszta przesyłania energji. W Norwegji nie wszystkie źródła energji mogą być podstawą rozwoju wielkiego przemysłu, a to wskutek niedogodności transportowych.

Drugi referat z tej dziedziny poświęcony był układowi stosunków w amerykańskim przemyśle aluminjowym. W Stanach Zjednoczonych Am. Półn. i w Kanadzie istnieje szereg niewyzyskanych źródeł energji wodnej, które mogłyby przyczynić się do rozwoju przemysłu elektrometalurgicznego i elektrochemicznego, gdyby nie odległość surowców i rynków zbytu, niwecząca wszelkie korzyści jakie daje możność posługiwania się tanią energją.

Sytuacja taka spowodowała konieczność rozejrzenia się za innem, równie taniem źródłem energji. Cechę żądaną posiada elektrownia cieplna, o ile produkuje energję w wielkich ilościach. Umożliwia to powstawanie przemysłu elektrometalurgicznego w pobliżu rynków zbytu.

W krajach posiadających bogactwo siły wodnej istnieje w pewnych okresach nadmiar energji, której zużytkowanie ma wielkie znaczenie gospodarcze.

P.P. Morse, Kaelin (Kanada), stoją na stanowisku, że najwłaściwszem zużytkowaniem nadmiaru energji jest elektryczny kocioł parowy. Z wyprodukowanego tą drogą ciepła korzystać może przemysł chemiczny, papierniczy i t. p. Zainstalowanie elektrycznego kotła nie wymaga dużego kapitału, zaś koszta ruchu ograniczone są do minimum o ile zastosowano automatyzację obsługi.

Buduje się dwa typy kotłów elektrycznych. Kotły o mniejszem obciążeniu, zasilane prądem stałym lub zmiennym, posiadają metalowy opór zanurzony w wodzie. Buduje się je do kilkuset *kW* i na pięcia 500 *V*. Dla większych jednostek kotły tego typu wypadają za drogo. Wtedy instaluje się kotły elektrodowe, przyłączane do sieci wysokiego napięcia. Kotły elektrodowe nie mogą być zasilane prądem stałym ze względu na elektrolizę. Prąd trójfazowy umożliwia dwa rozwiązania; kocioł posiada jeden zbiornik o trzech elektrodach, albo też składa się z trzech zbiorników zaopatrzonych każdy w jedną elektrodę. Kotły trójzbiornikowe stosowane są aż do 22000 *V* i 50000 *kW* w jednej jednostce. Ogólna moc kotłów elektrodowych zainstalowanych w Kanadzie przekracza 1,2 miljona *kW*, z czego 82% przypada na przemysł papierniczy i celulozowy, reszta zaś służy do ogrzewania budynków, oraz dostarczana jest do przemysłu chemicznego i włókienniczego.

Konstrukcja kotła elektrycznego jest prosta. Elektroda umieszczona jest po środku zbiornika. Zbiorniki połączone są w gwiazdę. Przez odpowiednie ukształtowanie elektrody i ograniczenie gęstości prądu zapobieżono eksplozjom kotła, jakie mogłyby wydarzyć się na skutek obecności tlenu i wodoru. Dla każdego obciążenia istnieje określone maximalne napięcie, które wzrasta wraz z obciążeniem. Ilość wytwarzanej pary regulowana jest ręcznie lub automatycznie. Regulacja polega na uzyskaniu stałej przewodności wody i zmianie zanurzenia elektrod, zależnie od obciążenia kotła. Zmianę zanurzenia można osiągnąć przez uruchamianie zaworu odpływowego lub dopływowego, co powoduje obniżenie lub podwyższenie poziomu wody. Regulacja automatyczna znalazła ostatnio zastosowanie w przemyśle papierniczym, gdzie zapotrzebowanie pary waha się w szerokich granicach i gdzie zależy na bardzo szybkim wzroście dostarczanej ilości pary. Pozatem automatyczną regulację wprowadzono w tych instalacjach, gdzie odbiorca zakontraktował pewną ilość energji, która musi być ściśle dotrzymana. Regulację automatyczną najłatwiej rozwiązuje się wprowadzając podział zbiornika na dwie części. Działanie regulacji polega na stałym dopływie soli przewodzących i zmianie zanurzenia elektrod. Zmienność zanurzenia elektrod osiągana jest przez wyrównywanie objętości wody przy pomocy mniejszego zbiornika. W innym typie regulacji, poziom wody omywającej elektrody ustalony jest ręcznie i utrzymywany na tej wysokości przy pomocy regulatora zasilania kotła. Wahaniom obciążenia kotła odpowiada w tym wypadku zmiana zawartości soli w wodzie kotłowej. Regulacja może utrzymywać stałe ciśnienie lub stały wydatek. Przy regulacji ciśnienia utrzymywane jest ono w zadawalniających granicach, o ile wahania obciążenia nie przekraczają 50%. Kotły elektryczne posiadają małą zdolność do magazynowania pary, to też samoczynna regulacja oddaje wielkie usługi, co szczególnie wyraźnie zaznacza się w kotłach pracujących pojedynczo. Ogólna moc kotłów elektrycznych w Kanadzie, posiadających automatyczną regulację, wynosi 127000 *kW*. Sprawność kotła elektrycznego waha się między 90 i 98%, zależnie od obciążenia. Dla mniejszych obciążeń sprawność wynosi znacznie mniej. Porównywując pracę kotła opalanego węglem o sprawności 80% z pracą kotła elektrycznego posiadającego sprawność 95% (w ciągłym dwudziestoczterogodzinnym ruchu) należy 907 *kg* węgla (7222 *kcal/kg*) zastąpić 265 *kW*. Koszta trójzbiornikowego kotła elektrycznego na 6600 *V* i 35000 *kW* wynoszą 1,3 *Dol/kW* łącznie z przewodami, wodnemi i parowemi, oraz połączeniami elektrycznemi. Do kwoty tej dochodzą jeszcze koszta transformatora i połączeń wysokiego napięcia, w wysokości 1,5 *Dol/kW*. Koszta stałe i koszta ruchu przy spółczynniku obciążenia 70%, stanowią 10% wartości doprowadzonej energji.

Doświadczenia, jakie uzyskano w Ameryce budując i eksploatując kotły elektryczne, w całości potwierdzone są przez wyniki osiągnięte w Finlandji, (Alftan i Mykkänen) gdzie w miejscowości Enso, położonej w odległości 8 *km* od wodospadu. Imatra, wybudowano elektryczną kotłownię zużytkowującą nadmiar energji zakładu wodnego. Kotłownia, pobierając 186 miljonów kilowatgodzin, dostarcza pary do zakładów chemicznych. Energja pobierana jest z linji przesyłowej 120 *kV*. Kotły pracują pod napięciem 3 *kV* uzyskanem przy pomocy transformatora o mocy 40000 *kVA*. Zakład kotłowy składa się z dwóch grup po 17000 *kW*. Każda grupa utworzona jest z trzech jednofazowych kotłów elektrodowych połączonych w gwiazdę.

A. St.
(d. c. n).

Druk. Kooperatywy Pracowników Drukarskich. Warszawa, Zielna 47. Tel 619-57